

Гейн А.Г., Некрасов В.П.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ТЕСТЫ КАК СРЕДСТВО ДИАГНОСТИКИ РАЗВИТИЯ МЕТАКОГНИТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Gein A.G., Nekrasov V.P.

COMPUTER LEARNING TESTS AS THE DIAGNOSTIC METHOD OF DEVELOPMENT METHACOGNITIVE COMPETENCES

Alexander.Gein@usu.ru

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

г. Екатеринбург



НОТБ-2014

Предлагается использовать технологию обучающих тестов, дополненную рефлексивным компонентом, для диагностики у студентов вузов уровня развития метакогнитивных компетенций.

It is proposed to use the technology of training tests, supplemented by reflexive component for the diagnosis of the level of development of metacognitive skills.

Основная концепция формирования метакогнитивных компетенций, выступающих основой профессиональной компетентности выпускника вуза, и методические аспекты развития когнитивных компетенций через освоение метакогнитивных инвариантов представлены в наших предшествующих работах [1–3]. Напомним, что к метакогнитивным инвариантам относятся изоморфизм, наследование, языковое представление, узел-источник и узел-сток, гомоморфизм и др. (см. [3]). Однако вопросы диагностики уровня сформированности компетенций остаются далекими от эффективного решения даже на общетеоретическом уровне. В лучшем случае диагностический инструментарий описывается в качественных категориях. На наш взгляд, в качестве диагностического инструментария для определения уровня сформированности метакогнитивных компетенций целесообразно использовать технологию обучающих тестов, разработанную Н.А. Сеногноевой [4]. Данная технология широко апробирована, прежде всего, в преподавании математических дисциплин. К примеру, Е.В. Вязовова [5] использует ее в целях формирования когнитивной компетентности учащихся. Для нас же важен значительный диагностический потенциал обучающих тестов, на который, по нашему мнению, пока не было обращено должного внимания.

Суть технологии обучающих тестов состоит в том, что в отличие от обычного теста, где студенту предлагают выбрать ответ или просто записать то, что у него получилось (после чего преподаватель может только строить гипотезы, почему у учащегося получился такой ответ), в обучающих тестах

студенту на каждом шаге предлагается выбрать одно действие из нескольких предлагаемых альтернатив. Каждый раз действие оценивается как продуктивное, т.е. ведущее к решению поставленной задачи, или как тупиковое. В итоге из этих шагов складывается решение, т.е. явным результатом для студента всегда является решенная задача. Отметим, что это немаловажно психологически, поскольку студент в результате своей деятельности всегда приходит к решению поставленной задачи. Принципиальной характеристикой обучающего теста является наличие разных путей решения одной и той же задачи. Эти пути могут быть разной длины в зависимости от выбора теоретического знания, которое студент будет использовать для решения задачи, от степени свернутости его знаний и умений и т.д. Важно, что выбор студентом действия на том или ином шаге выполнения обучающего теста является проекцией соответствующего метакогнитивного инварианта, и, значит, прослеживая выбранную учащимся траекторию решения задачи, можно диагностировать, какие метакогнитивные компетенции уже освоены студентами, а какие нет. Мы можем зафиксировать, насколько хорошо студент умеет отбирать информацию и отделять в ней существенное от несущественного, преобразовывать в знаково-символическую форму и оперировать с ней в таком виде, в какой мере его мыслительные действия свернуты или, наоборот, требуют пошаговой развернутости и т. д.

Принципиальным развитием технологии обучающих тестов в нашей работе является включение пунктов, позволяющих студентам осуществить рефлекссию выполненных ими действий. Дело в том, что формирование компетентности не может быть полноценным, если у студента выполняемая им деятельность не отрефлексирована как общезначимая, т.е. применимая в различных исходных ситуациях.

Чтобы продемонстрировать данный подход, приведем конкретный пример использования технологии обучающих тестов на практическом занятии по математическому анализу для диагностики сформированности

когнитивных компетенций с применением метакогнитивных инвариантов. В данном примере основным объектом диагностики является метакогнитивный инвариант, который представляет собой узел-сток, т. е. предлагается задача, которая может быть решена различными методами.

Тема обучающего теста: «Нахождение предела последовательности». Занятие проводится с использованием компьютера, поэтому тестовые задания, варианты ответа и диагностика сделанного учеником выбора осуществляются интерактивно. В данном тексте для описания порядка предъявления заданий со всеми альтернативами и диагностиками мы пользуемся следующими приёмами. Студенту последовательно на экране компьютера предъявляются пункты с заданиями (они пронумерованы числами от 1 до 18 – таково общее количество заданий в данном тесте) и ответы к каждому заданию (в данной статье для удобства они маркированы буквами русского алфавита; студенту маркировка не предъявляется). После выбора ответа студенту предъявляется диагностика и указание дальнейших действий (диагностика ответа здесь маркирована сочетанием буквы Д и порядкового номера; студенту предъявляется ровно одна из этих диагностик соответствующая его ответу без маркировки).

Ниже приведен начальный фрагмент данного теста с соответствующими комментариями (комментарии студенту не предъявляются).

Задача. Дана последовательность $x_n = \sqrt{3 - \sqrt{3 + \sqrt{3 - \dots}}}$, где стоящее в правой части выражение содержит n знаков квадратного корня. Выяснить, существует ли предел этой последовательности при $n \rightarrow \infty$ и, если существует, то найти его.

Инструкция. Для решения задачи выполните пункты в заданной последовательности, начиная с п. 1 и выбирая в каждом из них один из предлагаемых в нем ответов.

Комментарий. Перед тем, как студенту предлагается данный тест, на практических занятиях были отработаны методы доказательства существования предела последовательности по определению, с помощью критерия Коши и с использованием теоремы Вейерштрасса о монотонной ограниченной последовательности. Последнее осуществлялось на примере нахождения предела последовательности $x_n = \sqrt{2 + \sqrt{2 + \dots + \sqrt{2}}}$. Решение данной задачи может быть осуществлено любым из трёх методов, умение студента выбирать из них с последующей рефлексией своего выбора и создает платформу для оценки уровня освоения данного метакогнитивного инварианта.

Для доказательства существования предела Вы воспользуетесь

А. Определением предела последовательности	Переходите к Д1
Б. Критерием Коши	Переходите к Д2
В. Теоремой Вейерштрасса.	Переходите к Д3

Д1. Такой путь возможен. Вспомните определение, запишите его в тетрадь и переходите к следующему пункту (п. 2).

Д2. Такой путь возможен. Вспомните формулировку критерия Коши, запишите его в тетрадь и переходите к следующему пункту (п. 9).

Д3. Такой путь возможен. Вспомните формулировку теоремы запишите его в тетрадь и переходите к следующему пункту (п. 14).

Диагностический комментарий. Если студент выбирает в качестве ответа пункт А, то это свидетельствует о том, что он, скорее всего, не знает или испытывает неуверенность в применении средств, указанных в вариантах Б и В.

Если студент в качестве ответа выбирает пункт Б, то весьма велика вероятность, что у него пока нет осознанного плана решения задачи, он

просто ориентируется на то, что этот критерий универсален (т. е. годится для любых, а не только монотонных последовательностей) и не требует знания величины самого предела. Эта предположение уточнится при прохождении студентом пункта 2. Но даже в том случае, если плана решения задачи у него нет, выбор этого пункта свидетельствует о позитивном процессе формирования таких когнитивных компетенций как поиск и ориентация на существенные особенности задачи; анализ объектов с целью выделения признаков; выбор эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий.

Если студент выбирает в качестве ответа пункт В, то, хотя такой выбор может привести к решению задачи, весьма вероятно, что этот выбор был сделан по внешней аналогии с ранее решавшейся задачей без анализа применимости данной теоремы. Путь, который в конце концов приведет студента к решению, потребует дополнительных идейных инструментов.

1. Определением того, что некоторое число a будет пределом последовательности x_n , является следующее высказывание:

А. Для любого ε существует такой номер N , что при всех $n > N$ выполнено неравенство $ x_n - a < \varepsilon$	→	Переходите к Д4
Б. Для любого положительного ε существует такой номер N , что при всех $n > N$ выполнено неравенство $ x_n - a < \varepsilon$	→	Переходите к Д5
В. Для некоторого положительного ε существует такой номер N , что при всех $n > N$ выполнено неравенство $ x_n - a < \varepsilon$	→	Переходите к Д4
Г. Для любого положительного ε и любого номера N как только $n > N$ выполнено неравенство $ x_n - a < \varepsilon$	→	Переходите к Д4

Д4. Это неверная формулировка, вернитесь к п. 2.

Д5. Это верно, переходите к следующему пункту (п. 3).

Диагностический комментарий. Здесь просто диагностируются знания студента. Это необходимо, чтобы студент сверил ранее записанную им формулировку с одной из приведенных. Ясно, что если у него формулировка была неверной, то дальнейшее продвижение в задаче невозможно. Не исключено, что у него записана формулировка, которая отличается от всех здесь приведенных. В этом случае он будет вынужден в конце концов познакомиться с правильной формулировкой. Зафиксированные компьютером метания студента служат важной информацией для преподавателя.

2. Вы отказались от использования критерия Коши, потому что:

А. Вы не понимаете его формулировку	→	Переходите к Д6
Б. Вы не научились его использовать для доказательства существования предела	→	Переходите к Д7
В. Вы считаете, что к данной последовательности критерий Коши нельзя применить из-за невыполнения требований, предъявляемых данной теоремой к последовательности	→	Переходите к Д8
Г. Решение с использованием критерия Коши возможно, но будет более громоздким, чем доказательство по определению	→	Переходите к Д9

Д6. После занятий обратитесь за консультацией к преподавателю. Переходите к следующему пункту (п. 4).

Д7. После занятий обратитесь за консультацией к преподавателю. Переходите к следующему пункту (п. 4.).

Д8. Ваше мнение неверно. После занятий обратитесь за консультацией к преподавателю. Переходите к следующему пункту (п. 4).

Д9. На самом деле трудозатраты примерно одинаковы. Переходите к следующему пункту (п. 4), если хотите продолжить доказательство по

определению, или к п. 9, если решите продолжить решение задачи с помощью критерия Коши.

Диагностический комментарий. Это первый пункт, требующий от студента рефлексии выполняемых им действий. Конечно, предвидеть, насколько честно будет дан ответ, нельзя. Однако практика показывает, что при доброжелательном отношении преподавателя, студент быстро убеждается, что продуктивнее отвечать правдиво, и при последующих похождении подобных тестов отвечает в соответствии со своим восприятием положения дел.

3. Вы отказались от использования критерия Коши, потому что

А. Вы не понимаете ее формулировку	→	Переходите к Д10
Б. Вы не научились использовать её для доказательства существования предела	→	Переходите к Д11
В. Вы считаете, что нельзя применить теорему Вейерштрасса из-за невыполнения требований, предъявляемых данной теоремой к последовательности	→	Переходите к Д12
Г. Решение с использованием теоремы Вейерштрасса возможно, но будет более громоздким, чем доказательство по определению	→	Переходите к Д13

Д10. После занятий обратитесь за консультацией к преподавателю. Переходите к следующему пункту (п. 5).

Д11. После занятий обратитесь за консультацией к преподавателю. Переходите к следующему пункту (п. 5).

Д12. Вы правы. Переходите к следующему пункту (п. 5).

Д13. На самом деле применение теоремы Вейерштрасса позволяет доказать существование предела быстрее, но оно требует дополнительных манипуляций с последовательностью. Переходите к следующему пункту (п.

5), если хотите продолжить доказательство по определению, или к п. 14, если решите продолжить решение задачи с помощью теоремы Вейерштрасса.

Диагностический комментарий. Это снова пункт, где от студента требуется рефлексия выполняемых им действий.

4. В определении предела последовательности фигурирует число a . Вы считаете, что

А. Вам не потребуется знание этого числа	→	Переходите к Д14
Б. Вы подберете это число, проведя вычисление нескольких первых членов последовательности	→	Переходите к Д15
В. Вы должны вычислить это число каким-либо аналитическим способом	→	Переходите к Д16

Д14. Это неверно. Обдумайте ситуацию и вернитесь к п. 5.

Д15. Вряд ли Вам удастся это сделать. Вернитесь к п. 5.

Д16. Вы правы. Переходите к следующему пункту (п. 6).

Диагностический комментарий. Выбор пункта А означает, что студент не понимает определение предела и не умеет использовать его для доказательства существования предела. Выбор этого инструмента в п. 1 был сделан, скорее всего, наугад.

Выбор студентом пункта Б означает, что он в принципе понимает определение предела и имеет верное представление об его использовании для доказательства существования. Однако отказ от аналитического подхода к вычислению показывает недостаточность в приобретении студентом умений вычисления пределов.

Выбор пункта В вселяет оптимизм, который будет либо подтвержден последующим выполнением теста, либо продемонстрирует дефекты в знании методов вычисления пределов (в частности, неумение осуществить перенос этих методов с ранее разобранных задач на новую ситуацию).

Мы не приводим описание дальнейшего развертывания данного теста, поскольку, как нам кажется, уже в том, что представлено, достаточно отчетливо виден потенциал использования обучающих тестов в качестве диагностического инструментария. На рисунке 1 представлена полная структура данного обучающего теста, позволяющая оценить его потенциал в целом с точки зрения диагностических возможностей.

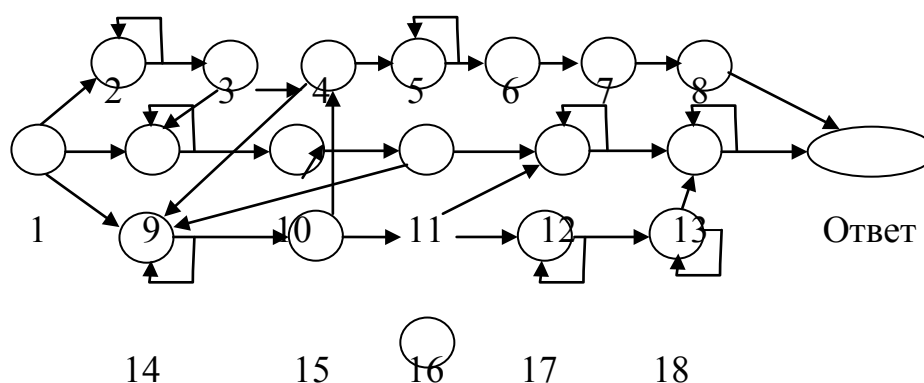


Рис. 1. Структура обучающего теста по теме «Нахождение предела последовательности»

Как можно увидеть из представленного графа, имеется достаточное разнообразие траекторий прохождения данного теста. Таким образом, прохождение обучающего теста дает возможность диагностировать уровень сформированности когнитивных компетенций студента, который определяется на основании конкретно выбранной им траектории прохождения теста.

Библиографический список

1. Гейн А.Г., Некрасов В.П. Математические модели формирования понятийных связей. – Екатеринбург, УрТИСИ, 2011. – 112 с.
2. Гейн А.Г., Некрасов В.П. Об одной модели метапредметных связей как механизме развития когнитивных компетенций выпускников вузов // Известия УрФУ, Сер. 1, Проблемы образования и науки, 2013, № 1 (110), с. 87 – 95.

3. Gein A.G., Nekrasov V.P. Metacognitive Invariants as Psychological-Pedagogical Factors of Training // Universal Journal of Educational Research, Vol. 1, No 2 (2013), pp. 128 – 132.

4. Сеногноева Н. А. Технология конструирования тестов учебной деятельности как средства оценивания результатов обучения – Дис. ... доктора пед. наук, 2006.

5. Вязовова Е. В. Формирование когнитивной компетентности у учащихся на основе альтернативного выбора учебных действий (на примере обучения математике) – Дис. ... кандидата пед. наук, 2007.